

Tartu Ülikool
Loodus- ja täppisteaduste valdkond
Ökoloogia ja Maateaduste instituut
Geograafia osakond

Bakalaureusetöö inimgeograafias

12 EAP

Tallinna ajakasutuse rütmid

Erik Linde

Juhendaja: prof. Rein Ahas

PhD Anto Aasa

Kaitsmisele lubatud:

Juhendaja:

Osakonna juhataja:

Tartu 2016

Tallinna ajakasutuse rütmid. P510 Füüsiline geograafia, kartograafia. S196
Sotsiaalökonomika. S230 Sotsiaalne geograafia, S240 Linna ja maa planeerimine

Linnades elab enam kui pool maakera rahvastikust. Linnade edukaks toimimiseks on vaja luua lahendusi linnasüsteemide mõõtmiseks ja haldamiseks. Käesolevas töös on kasutatud mobiilpositsioneerimise andmeid vahemikust 8.11.2014 – 16.11.2014 Tallinna ajakasutuse rütmide leidmiseks. Ajakasutuse rütmid on seotud ummikutega liikluses, asutuste lahtiolekuaegadega jne. Töös on kasutatud faktoranalüüsi peamiste rütmide leidmiseks Tallinna transporditsoonide hulgas. Faktoranalüüsi tulemusena eristusid kolm rütmi. Esiteks tööpäevadega seotud kõnetoimingute hulga suurenemine teatud transporditsoonides. Teiseks nädalasiseselt stabiilset kõnetoimingute hulka näitavad tsoonid ning kolmandaks Vanalinn, mis eristus oma õhtusema ajakasutuse poolest. Lisaks on uuritud iga tsooni eraldi nii nädalavahetuse kui tööpäeva lõikes. Selleks on leitud statistikud, mis kirjeldavad punkte kõneaktiivsuskõveral. Vaadeldud on kõnetoimingute öist miinimumi, hommikut, keskpäeva ning aktiivse päeva algust, lõppu ja pikkust.

Time-use patterns of Tallinn. P510, Physical geography, cartography. S196 Social economics. S230 Social geography. S240 Town and country planning

More than half of the world population now lives in cities. We need to create new solutions to administer urban systems in order for the cities to function properly. In the current theses mobile positioning data is used from 8.11.2014 to 16.11.2014, to find the time-use patterns of Tallinn. Time-use pattern are connected to traffic jams, office hours and much more. Factor analysis was conducted in order to find the main time-use patterns among the transportation zones of Tallinn. As a result three factors were discovered. Firstly, work related higher calling activity in certain zones on working days. Secondly zones that did not show higher calling activity on working days and were stable around the week and Thirdly Old town, which is distinguished by its more active evening and night calling activity. In addition, statistics were used to identify the night minimum, morning and midday, also the beginning, end and length of the active day. Statistics were found for every transportation zone in two categories: an average working day and an average weekend day.

Sisukord

1. Sissejuhatus	4
2. Linnad ja nende ajakasutus	5
2.1 Aeg linnageograafias	5
2.2 Mis kujundab inimeste ajakasutust?	6
2.3 Linnade funktsioonid	7
2.4 Süvaanalüütika ja suurandmed	8
3. Andmed ja meetodika	9
3.1 Uurimisala kirjeldus	9
3.2 Andmed	10
3.3 Faktoranalüüs peakomponentide meetodil	12
3.4 Kirjeldavad statistikud Tallinnas	14
4. Tulemused	15
4.1 Tallinna peamised aktiivsusrütmid	15
4.2 Tööpäevade ja nädalavahetuse ajakasutuse rütmid ja geograafiline erinevus	18
4.2.1 Tööpäevad	19
4.2.2 Nädalavahetus	22
5. Arutelu	26
6. Kokkuvõte	28
7. Summary	30
8. Kasutatud kirjandus	32
9. Lisad	34

1. Sissejuhatus

Linnad on viimase sajandi jooksul tugevalt muutunud tänu sõdadele, urbaniseerumisele, migratsioonile ja planeerimisele. Üha suurem osa inimkonnast elab linnades ning selleks, et linnad saaksid edukalt toimida on vaja luua uusi lahendusi, mis hõlbustaksid ühiskonna ja linnasüsteemide toimimist. Uusi lahendusi ei saa luua aga ilma hetkeolukorda mõistmata. Linnad ja linnaosad erinevad nende majandusliku ülesehituse, sotsiaalsete ja demograafiliste karakteristikute poolest. Lisaks administratiivpiiridele võib linnu vaadelda funktsionaalsete tsoonidena, transporditsoonidena või mõne muu ruumilise üksusena.

Rootsi geograaf Torsen Hägerstrand lõi ajageograafia 1960ndate keskel, mille raames uuris ta sündmuste esinemist aeg-ruumi kontekstis. Ruum on alati olnud kesksel kohal geograafia uurimustes kuid aja dimensiooni on suhteliselt vähe uuritud. Batty (2000) väidab et meie „linnageograafia on olnud kahedimensiooniline – kaardi geograafia“, ning kutsub üles kolmandat dimensiooni, aega, kaasama. Kui varasemalt uuriti inimeste ajalist käitumist läbi ajakasutus- või reisiuuringute siis tänapäevased informatsiooni ja kommunikatsiooni tehnoloogial põhinevad suured andmemahud seevastu võimaldavad jälgida inimeste ajalisi rütme, mitmekülgseid tegevusi ning liikuvust pikemas perioodis (Järv et al. 2014).

Varasemalt on linnade ajakasutust uurinud erinevad teadlased (Bromley et al. 2003; Järv et al. 2014; Ahas et al. 2015; etc), kuid on teinud seda üsna erinevatest vaatenurkadest. Uuritud on teatud piirkondade või linnaosade käitumist, erinevaid sotsiaalseid grupe ning aktiivsus- ja reisikäitumist. Käesolevas uurimustöös on käsitletud tervet linna ning on keskendutud peamiste ajakasutusrütmide leidmisele. Kuna puudub ühtne arusaam ning standardne metoodika linnade ajalise toimimise uurimiseks on antud töös püütud probleemile valgust heita.

Käesoleva uurimustöö eesmärk teada saada kuidas erinevad ajakasutuse rütmid Tallinna linnaruumis. Uurimisel kastan alusandmetena mobiiltelefonide kõnetoimingute andmebaasi 2014 aasta novembri kohta, mis võimaldab võrgukärje täpsusega analüüsida telefonikasutuse aktiivsust (kõneaktiivsust). Eesmärki toetavalt on püstitatud järgnevad uurimisküsimused:

- Millised on peamised kõneaktiivsuse rütmid Tallinnas?
- Missugused on kõneaktiivsuse rütmide geograafilised erinevused?
- Kuidas erinevad tööpäevade ja nädalavahetuse kõneaktiivsuse rütmid transporditsoonides?

Selline informatsioon on kasulik paremate transporditeenuste loomiseks, avalike- ja erateenuste töötundide haldamiseks, ning dünaamiliste maksusüsteemide arendamiseks, mis baseeruvad ajaliselt varieeruvale nõudlusele näiteks nagu ülekoormusest tingitud maksustamine teedele ja parkimisele. Praeguseks on kasvav hulk targa linna lahendusi mis kasutavad andmeid erinevatest sotsiaalsetest süsteemidest. (Hancke *et al.* 2013)

2. Linnad ja nende ajakasutus

2.1 Aeg linnageograafias

Rootsi geograaf Torsen Hägerstrand lõi ajageograafia 1960ndate keskel. See põhines ideedele, mis olid sündinud tema varasema empiirilise uurimuse põhjal, kus ta uuris inimeste rändemustreid. Hägerstrand soovis leida võimaluse suurte sotsiaal-majanduslike mehhanismide kirjeldamiseks kasutades füüsikalist lähendamist mis hõlmas õpetust sündmuste esinemisest aeg-ruumi kontekstis.

Linnad ning nende keskused on viimaste aastakümnete jooksul tugevalt muutunud tänu detsentraliseerimisele ning linnaplaneerimisele. Jaemüügi ja teenindusasutused on kesklinnast välja kolinud ning need on pigem asendatud meelelahutuslike asutustega nagu kohvikud, kinod ja baarid. Varasemad geograafilised uurimustööd on keskendunud peamiselt ruumilisele kasutusele kuid on välja jätnud aja tähtsa rolli. (Bromley et al. 2003)

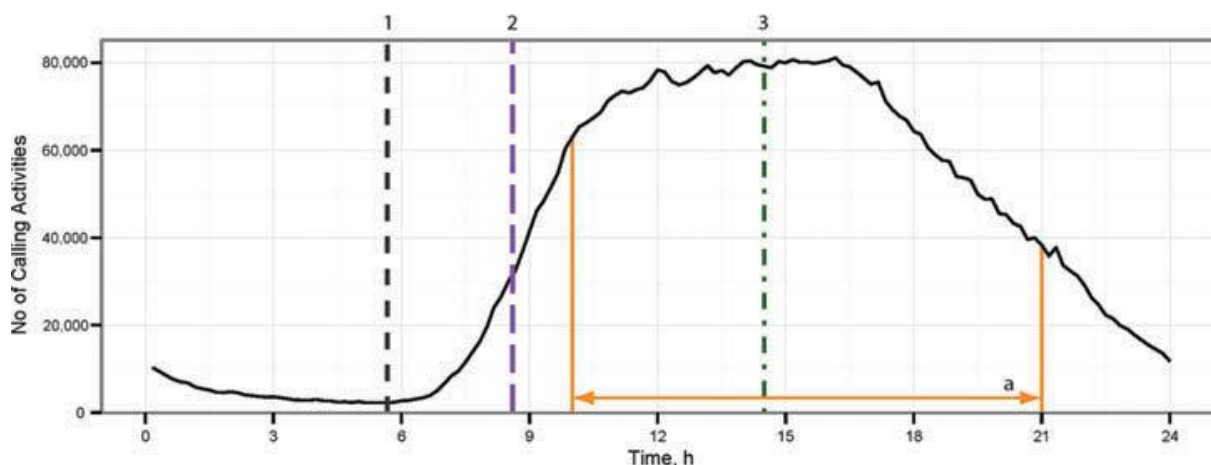
Linnaplaneerimiseeskirjad varajastel üheksakümnendatel tõid paljude Lääne-Euroopa linnade näitel välja, et linnakeskuste taaselustamine on seotud tööpäeva ja õhtuste vabaajategevuste integreerumisega. Sellised ideed on seotud 24-tunni linna kontseptsiooniga, disainitud selleks et abistada keskuste taaselustamist läbi linnakasutuse aktiivse perioodi pikendamise ning sotsiaalse integreerimisega. Seda on proovitud teostada läbi õhtuste ning öiste funktsioonide suurendamisega linnakeskustes, samal ajal keskendudes turvalisusele. Eesmärk on muuta linnaruum ööpäev läbi avatuks ja aktiivselt kasutatavaks. Linna ajalis-ruumilise rütmi kujunemisel mängivad olulist rolli linna ja linnaosade peamised funktsioonid. Linna rütmi all mõeldakse linnas toimuvaid regulaarseid nähtusi: inimeste ja autode liikumist, mitmeid korduvaid tegevusi, hääli ja isegi lõhnu (Allen 1999; cit Amin a Thrift 2002).

Linnade ajakasutuse mõõtmist võib kirjeldada kui „nõudlust“ mis tuleneb inimeste aktiivsusest ja käitumisest ning „pakkumist“ mis tuleneb institutsioonide lahtioleku aegadest. Mõlemad pooled vastutavad ajakasutuse kujunemise eest, kus „nõudlus“ mõjutab asutuste lahtiolekuaegu ning asukohti ning „pakkumine“ mõjutab tarbimisharjumusi ning aeg-ruumilist ühiskonna käitumist (Bromley et al. 2003). Ajakasutusuuringuid võib teha mõlemast vaatevinklist tingimisel, et teist osapoolt ei ignoreerita (Ahas *et al.* 2015). Aja ning asukoha kvantitatiivsed mõõtmised on aluseks mitmete geograafiliste nähtuste kirjeldamiseks ning analüüsimiseks, eriti tööde puhul mis järgivad inimeste, autode või kaupade ruumikasutust ning liikumist.

Tavaliselt, kui on tahetud mõõta inimtegevuse ajalisi rütme, siis on seda uuritud ajakasutusküsitluste või reisipäevikute kaudu (Bromley *et al.* 2003; Järv *et al.* 2014). Sellised küsitlused ja uuringud on tavaliselt seotud teatud tegevustega kindlas ajaperioodis. Staatiliste andmete, nagu seda on reisiküsitlused, probleem on aga andmete vähesus, väike valim, ebatäpsus ning ajalised lüngad.

2.2 Mis kujundab inimeste ajakasutust?

Ajaliste fenomenide kirjandus keskendub lineaarsetele ja tsüklilistele protsessidele. Lineaarsed protsessid koosnevad peamiselt pikaajalistest variatsioonidest rahvastikus, maakasutus muutustest, migratsioonist jms. Tsüklilised protsessid on üldiselt lühiajalised, tavaliselt 24 tunnise, nädalase, hooajalise või aastase pikkusega ning hõlmavad endas protsesse nagu pendelränne, turism, hooajaline töö ning põllumajandus (Silm ja Ahas 2010). Tsüklilised protsessid on rütmilised, mis tähendab, et sündmused toimuvad väikeste variatsioonidega teatud regulaarsuse ja amplituudiga mingis perioodis. Protsessi rütm on seega määratud teatud sündmuste esinemise kordusega mida saab määratleda ning ajas mõõta ja võrrelda, näiteks nagu talve alguse määramine päevale kust algab püsiv lumikate (Jaagus ja Ahas 2000). Samuti võib mõõta sündmuste kestvust, kus näiteks talve pikkus on võrdeline püsiva lumikattega päevade arvuga. Samadel põhimõtetel saab uurida linnas toimuvaid tsüklilisi protsesse (Ahas et al. 2015). (Joonis 1)



Joonis 1. Päevane kõneaktiivsuse kõver, mis näitab kõnede arvu iga 10-minutilise perioodi tagant Tallinnas. Esitatud on kõikide mobiilimastide agregeeritud andmed linnas: 1 – öine miinimum, 2 – hommik, 3 – keskpäev, a – päeva pikkus (80% tehtavatest kõnedest). (Ahas et al. 2015)

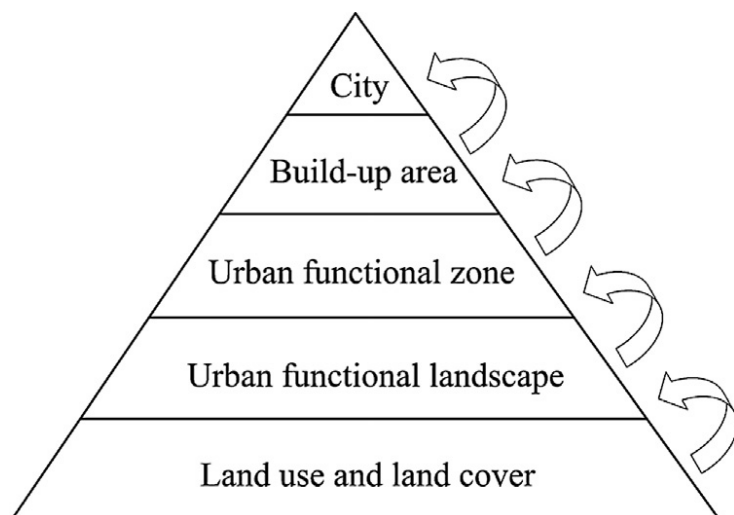
Linnaruumi ajalise kasutamise rütm tuleb selgelt esile 24 tunni lõikes, kus päeval on kõneaktiivsus suurem ning öösel väiksem. Üheks peamiseks inimeste ajakasutuse mõjutajaks on tööaeg. Tööaeg mõjutab liikluskoormust, avalike funktsioonide lahtiolekuaegu kui ka linnaruumi kasutatavuse ajalisi jaotusi. Linnaruumi kasutamist mõjutab oluliselt ka keskuskohtade, magalate ning äripiirkondade paiknemine. Hommikune ja õhtune tippaeg on kõige suurema liikluskoormusega aegadeks linnaruumis, kui inimesed liiguvad kodust tööle või vastupidi.

Peamine erinevus linnakasutamise seisukohalt saab märgatavaks öhtusel perioodil. Küllastuste eesmärgid muutuvad ning samuti sotsiaalne kooslus. Kui päeval ajal on märgata rohkem küllastatavust poodides, teatrites ja kontsertidel siis öhtusel ajal küllastatakse peamiselt kinosid, baare, ja klubisid. Öhtuseid ja öiseid tegevusi viljelevad peamiselt noored. (Bromley et al. 2003)

2.3 Linnade funktsioonid

Linnad erinevad nende majandusliku ülesehituse, sotsiaalsete ja demograafiliste karakteristikute ja rollide poolest mida nad esindavad linnade süsteemis. Erinevused linnade ülesehituses võib taandada kohalike ressursside variatsioonidele, mis algselt mõjutasid linna kujunemist ning hilisematele muutustele regioonide vahelises konkurents, mis olid ajendatud regionaalsest majanduslikust spetsialiseerumisest. Erinevate linnatüüpide tunnustamine võimaldab neid klassifitseerida. (Linnageograafia)

Linnastunud aladel on maakasutus tugevasti mõjutatud inimtegevuste poolt. Linnamaastikud on tugevas seoses nende majanduslike, sotsiaalsete või kultuuriliste funktsioonidega. Linnade maakasutuse uuringud on tavaliselt keskendunud maakattele ja maakasutusele. Linnad pakuvad oma peamisi funktsioone läbi erineva maakasutuste, mida on püütud hierarhilisse süsteemi panna, mis meenutaks ökoloogilist taksonoomiat. Hierarhiat võib kirjeldada järgmiselt: maakate ja maakasutus -> linnaline funktsionaalne maastik -> funktsionaalsed tsoonid -> täisehitatud maa -> linn (Joonis 2). Maakate ja maakasutus on järgnevate klassifikatsioonide aluseks. Linna funktsionaalseid maakasutusi võib klassifitseerida täpse maakasutuse järgi, näiteks elamualad, ettevõtlusalad, tööstusalad või taristu. Linna funktsionaalne tsoon võib olla segu funktsionaalsetest maakasutustest, kuid on karakteriseeritud peamise funktsiooni tüübi kaudu. Erinevad funktsionaalsed tsoonid moodustavad täisehitatud maa ning linn moodustub täisehitatud maast ning administratiivpiiridesse jäävast (ka kasutuseta) maast. (Lin et al. 2016)



Joonis 2. Linna kompositsiooni püramiid (Lin et al. 2016)

Linnade maakasutust või funktsionaalsust võib defineerida mitmeti ning see erineb linnade vahel. Kuna maailmas on väga palju erineva ajaloo linnu siis ühtset klassifikatsiooni on raske anda, kuid võib tuua näiteid.

Tüüpilised linnade maakasutustsoonid: (Urban settlements 1998)

- 1) CBD (Central Business District) ehk kesklinna äripiirkond. Piirkonda iseloomustab kõrghoonestus, tihe liiklus, hea juurdepääsetavus, keskne asukoht.
- 2) Segahoonestusalad, kus on esindatud nii kaubandus kui elamud, asuvad tavaliselt kesklinna piirkonnas.
- 3) Elamualad, võib jaotada klasside, hoonestuse tüübi, rahvuse või millegi taolise alusel.
- 4) Ettevõtluse ja tööstusliku kasutusega alad, kus on vähe elanikke, peamiselt ettevõtted, tehased ja laod.
- 5) Ülejäänud väiksema kasutusega maa-alad (pargid, valitsusasutused, transpordi ühendused jne) .

Linnakeskusi iseloomustab funktsioonide ja inimeste kõrge kontsentratsioon ning mitmekesisus. Samuti on linnakeskuste oluliseks tunnuseks avaliku ruumi aktiivne kasutatavus ööpäeva jooksul. Linnaruumi ajalisi rütme on kõige enam uuritud sõidukite, inimeste ja kaupade liikumise ning kuritegude põhjal, millel esinevad aastaegade, nädalapäevade ja ööpäeva lõikes selged erinevused, seda nii intensiivsuses, kasutajates, tegevustes kui ka geograafiliselt. (Bromley et al. 2003)

2.4 Süvaanalüütika ja suurandmed

Kuna andmete ja info hulk järjest kasvab, on tähtis leida uusi meetodeid ning tehnoloogilisi lahendusi keeruliste ja mahukate andmetega toimetulekuks ja nendest kasu saamiseks. See on eriti tähtis seetõttu, et andmemahud mitte ainult ei kasva, vaid need on ka erinevat tüüpi ja sageli struktureerimata (nt audio ja video). Seejuures tuleb silmas pidada, et andmete suur maht muudab märkimisväärselt ka IKT-lahenduste olemust: kui enne suunati andmeid töötlemiseks programmide juurde, siis tulevikus hakkavad programmid liikuma andmete juurde. Süvaanalüütika (advanced analytics) ja suurandmete (big data) potentsiaal seisneb selles, et kui varem kasutati andmetöötlust eelkõige minevikus toimunud sündmuste analüüsiks, siis süvaanalüütika teeb andmeanalüüsi teostamise võimalikuks ka peaaegu reaalajas. Tulevikus pälvib üha enam tähelepanu ennustav analüüs. See võimaldab nii avalikul kui ka erasektoril teha paremaid ja tulevikku suunatud juhtimisotsuseid ning arendada intuitiivsemaid ja ennetavaid teenuseid. (Eesti infoühiskonna arengukava 2020)

Navigatsiooni- ja mobiilseadmete laialdane levik on, lisaks oma tavalistele funktsioonidele, võimaldanud koguda suurtes kogustes ajalis-ruumilist andmestikku. Näiteks võib tuua kõnede ja SMS'ide aja- ja kohapõhise andmebaasi (CDR – Call Detail Record) mida mobiilioperaator peab klientidele arve esitamiseks ning GPS rajad navigatsiooni seadmetest, mis esindavad laiapõhjalist inimeste liikumist. Mobiilpositsioneerimise andmed on eriti hea allikas uurimaks dünaamilisi protsesse linnas, sest mobiiltelefonide levik on suur ning nad on peaaegu alati käepärast (Ahas et al. 2015). Mitmed uuringud on tõestanud mobiilandmete kasulikkust linna protsesside ja ruumi uurimisel, eriti uuringud mis toetuvad kiirele andmete kogumisele (Ahas et al. 2007, Silm and Ahas 2014, Ahas et al. 2015). Koha- ja ajapõhiste andmete rohkus

võimaldab meil mõista inimeste mobiilsust ning leida peidetud mustreid, mis iseloomustavad inimeste trajektoore läbi nende igapäevaste tegevuste. Kõige tüüpilisemad mobiilandmete kasutamisalad on rahvastiku gruppide distributsioon, ruumiline mobiilsus ning sotsiaalsed võrgustikud (Lambiotte et al. 2008, Sobolevsky et al. 2013). Samuti kasutatakse mobiilandmeid mõõdistamaks inimtegevuste ajalist ja ruumilist aktiivsust.

Andmete hankimise ja analüüsi tulemusena oleme me võimelised looma linnade mobiilsuse kaarte, mis tähendab laiaulatuslikku kataloogi linnade mobiilsuskäitumistest. Selle tulemusena saab luua atlase, mida saab lehitseda (tundide kaupa päevas, päevade kaupa nädalas, geograafilise ala kaudu, meteoroloogilisi tingimusi arvesse võttes jne), et uurida linna pulssi ja toimimist varieeruvates oludes, samal ajal jälgides kõrvalekaldumisi normaalsusest (Batty 2010). Mobiilsusandmed võimaldavad meil uurida ruumilisi mustreid vastavuses sotsiaalsete ja tehiskstruktuuridega. Sellised uurimismeetodid on köitnud teadlasi mitmetest distsipliinidest ning on tõestanud oma tähtsust linnaplaneerimises, jätkusuutlikus mobiilsuses, transpordi haldamises, avalikus tervises ning majanduslike muutuste ennustamises. (Batty 2012)

3. Andmed ja metoodika

3.1 Uurimisala kirjeldus

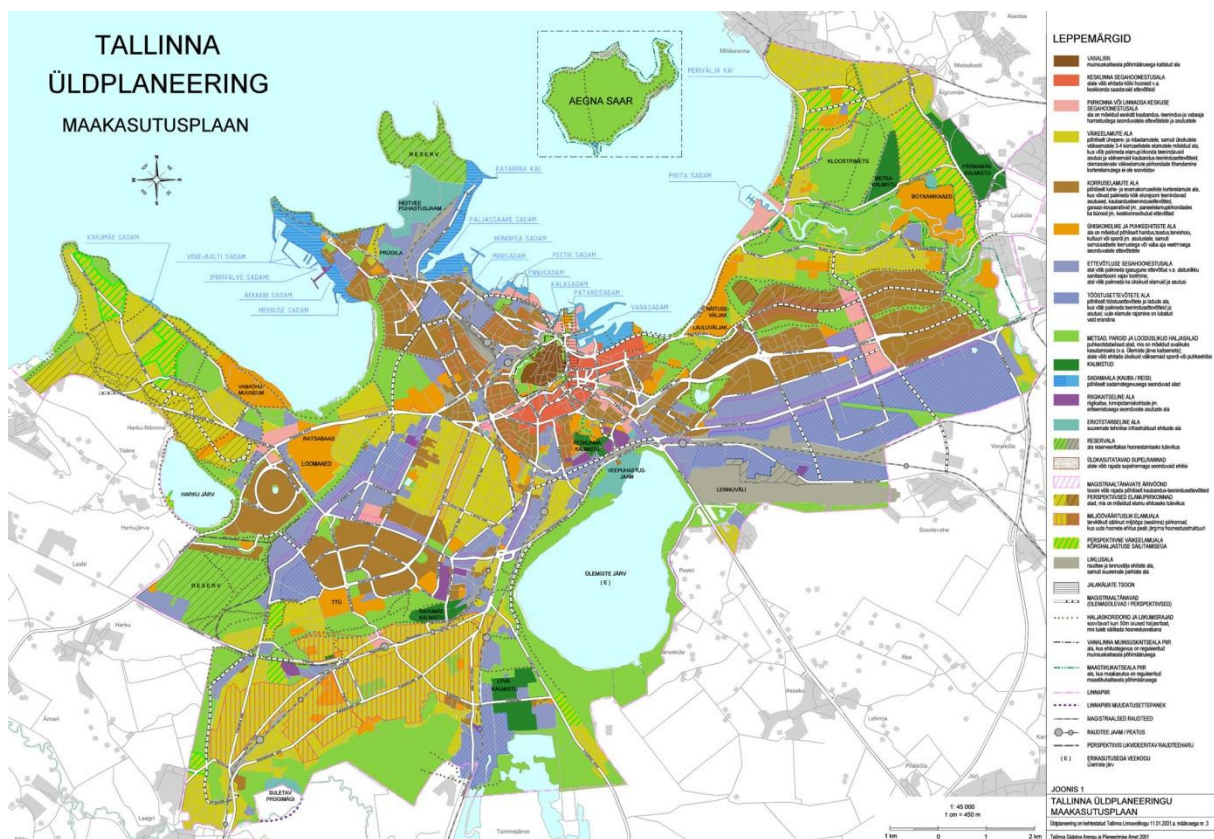
Tallinna aastakeskmise elanike arv on 424 865. Tallinn koosneb kaheksast linnaosast: Haabersti, Kesklinn, Kristiine, Lasnamäe, Mustamäe, Nõmme, Pirita ja Põhja-Tallinn. Tegemist on rahvaarvult, pindalalt ja funktsioonidelt väga erinevate linnaosadega: Tallinna ajalooline vanalinn, turistide lemmik, asub Kesklinna linnaosas; Nõmme, mis on ajalooliselt olnud ka iseseisev linn, on säilitanud oma hoonestuse eripära; kloostri ümber tekkinud väikesest asulast arenenud Pirita linnaosa on Tallinna oluline vaba aja veetmise piirkond; Mustamäe ja Lasnamäe on nõukogude ajal kerkinud magalad; Põhja Tallinn oli kunagi Tallinna agul, aga ka tööstuse arendamise koht; Haabersti on uute elamupiirkondade ala. (Tallinn arvudes 2014)

Linna administratiivpiirid Tallinnas on tähtsad kuna need määravad linnaosadele makstavad toetused, määravad võimu ulatuse jne. Linnaosade sisemised funktsioonid on väga erinevad ning seepärast tuleks meil erinevate ajaliste rütmide paremaks hindamiseks kasutada hoopis funktsionaalseid linnaosasid.

Tallinna territooriumi funktsionaalne tsoneerimine kajastub üldplaneeringu põhijoonisel – maakasutusplaani (Joonis 3), mis on üldplaneeringu kõige olulisem dokument. Tsoneering näitab linnaplaani üldistatud kujul milliste funktsioonidega alad kusagil paiknevad, määrab kindlaks transpordikoridoride orienteeruvad asukohad, haljasmaadena säilitatavad alad, kaitsealade piiride ulatuse jne. Hoonestusalade maakasutuse määramisel on eesmärgiks seatud funktsionaalne paindlikkus, mis tähendab et üldjuhul on lubatav põhifunktsioonile lisada ka teisi, konkreetse piirkonda sobivaid kaasfunktsioone. (Tallinna linna üldplaneering 2014)

Funktsionaalselt jaguneb linna territoorium järgmiselt:

- Tumepruun – Vanalinn, peamiselt kohvikud, baarid, büroopinnad jms
- Punane - Kesklinna segahoonestusala
- Kollane – Väikeelamute ala, põhiliselt ühepere- ja ridaelamud, samuti üksikud 3-4 korruselised korterelamud
- Pruun – Korruselamute ala, peamiselt nõukogude perioodil ehitatud paneelmajad
- Sinised – Ettevõtlus ja tööstuse segahoonestusala
- Roheline – Metsad, pargid ja muud haljasalad



Joonis 3. Tallinna üldplaneeringu maakasutusplaan.

(<http://www.tallinn.ee/est/ehitus/g6597s45141>)

3.2 Andmed

CDR andmestiku kättesaadavus on võimaldanud empiirilised teadmised suureskaalaliste hüpoteeside tõestamiseks ning esimese generatsiooni realistlike inim-mobiilsuse mudelite loomisel. Hoolimata CDR andmete heterogeensest ruumilisest lahutatavusest (mobiilimastide ebahühtlane jaotumine) ning valimi sagedusest (kõnede suhteliselt väike arv pika perioodi jooksul) võimaldab CDR andmete suur maht rekonstrueerida nii üksikindiviidide päevaseid rutiine kui masside käitumist (Batty 2012).

Raske on tabada täpset üksikisiku aja- ja ruumikasutust CDR andmete põhjal, mis on põhjustatud telefoni ebaregulaarsest kasutamisest ja väikesest kõnede arvust päevas. Linna tasemel on võimalik aga CDR andmestik agregeerida ning see pakub hea ülevaate inimtegevustest ühiskonna tasemel. (Ahas et al. 2015) Sellisel moel on võimalik agregeeritud CDR andmestikku kasutada, et uurida ööpäevaseid mobiilimastide ajakasutus-rütme.

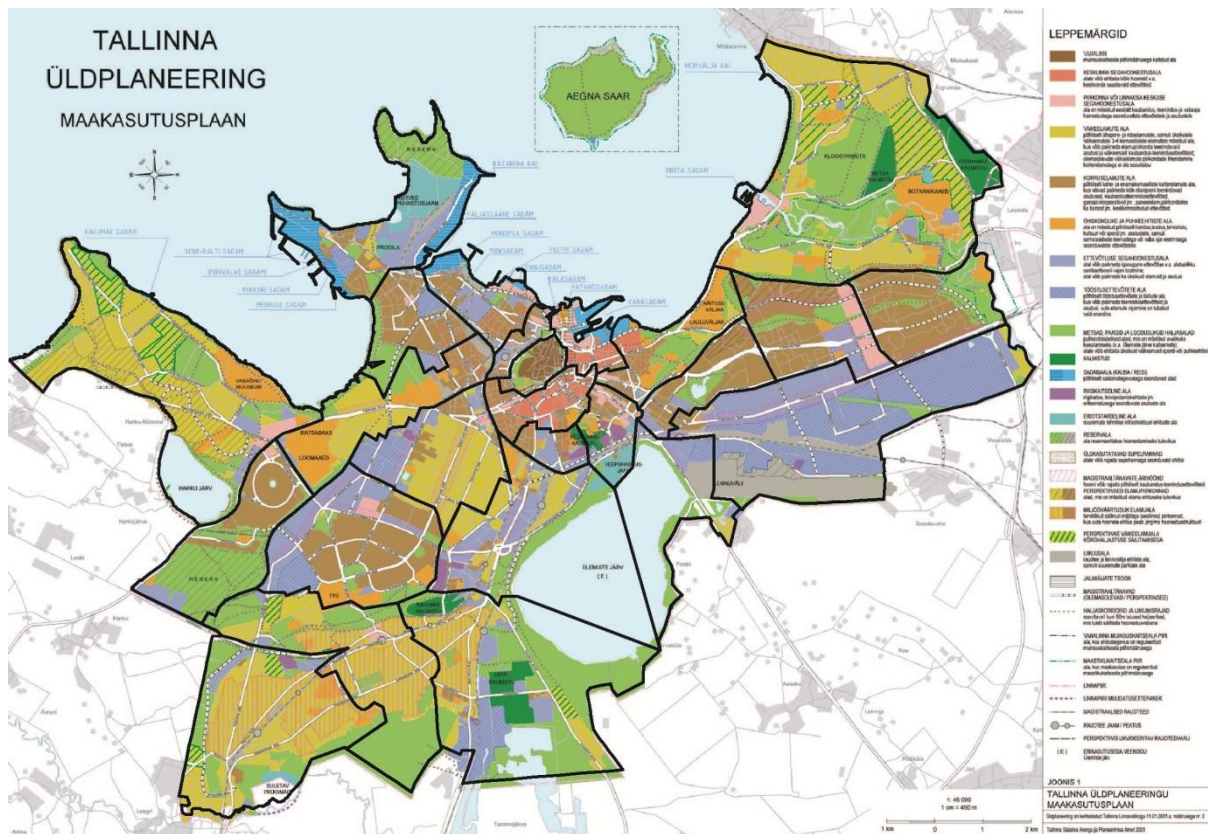
Käesolevas töös kasutatakse passiivse mobiilpositsioneerimise (CDR) andmestikku. Andmed on kogutud perioodil 8. november 2014 – 16. november 2014 ning on agregeeritud vastavalt varasemalt defineeritud transporditsoonile, mis läbi üksikisikut andmetest eraldada ei ole võimalik (Tabel 1). Transporditsoone oleme kasutanud selleks, et saada parem ruumiline lahutatavus. Käsitletud on ainult Tallinna andmeid. TÜ mobiilsusuuringute laborile vahendab andmeid OÜ Positium. Kõik andmetötluse protseduurid vastavad Eestis kehtivatele inimeste privaatsust kaitsvatele seadusaktidele.

Ajaliselt on kõnetoimingud agregeeritud 20 minutiliste perioodide kaupa (Tabel 1). 20 minutit osutus optimaalseks perioodiks, et vältida liigseid kõikumisi aktiivsuskõverat kujutades ning piisavalt pikaks, et vältida paljude null-väärtuste sattumist tabelisse.

Tabel 1. Kõnetoimingute hulk transporditsoonide lõikes.

aeg	trnsp_25	trnsp_1	trnsp_4	trnsp_5	trnsp_6	trnsp_7	trnsp_8
8.11.2014 0:00	45	137	141	126	126	100	716
8.11.2014 0:20	45	115	138	94	148	176	765
8.11.2014 0:40	31	107	127	72	101	127	664
8.11.2014 1:00	30	88	132	76	86	100	692
8.11.2014 1:20	31	66	88	86	84	89	602
8.11.2014 1:40	26	57	82	61	64	59	494
8.11.2014 2:00	17	17	27	18	41	26	174
8.11.2014 2:20	2	23	28	6	35	27	226
8.11.2014 2:40	29	16	29	11	21	29	135
8.11.2014 3:00	15	10	22	20	11	18	143
8.11.2014 3:20	7	15	18	4	19	17	90
8.11.2014 3:40	12	8	10	11	12	16	74
8.11.2014 4:00	8	13	30	9	8	10	57

Tallinnas on mobiilimastid agregeeritud vastavalt varem defineeritud Tallinna transporditsoonidele, mis mõningal määral kattuvad linna funktsionaalsete maakasutustsoonidega. (Joonis 4). Esmapilgul hakkab silma tsoon, mille kagupoolne nurk ulatub üle Ülemiste järve, järves ega ka kagukaldal ühtegi mobiilimasti ei asu. Agregerimise tulemusena sai Tallinna kirjeldavateks tsoonide arvuks 25.



Joonis 4. Tallinna transporditsoonid. (<http://www.tallinn.ee/est/ehitus/g6597s45141>)

3.3 Faktoranalüüs peakomponentide meetodil

Antud töös on kasutatud faktoranalüüsi peakomponentide meetodit. Peakomponentide meetodit ning faktoranalüüsi kasutatakse laialdaselt mõistmaks suhteid paljude muutujate vahel. Need tehnikad sisaldavad paljusid detailsemaid valikuid ning analüütilisi protseduure, kuid üldine idee on lihtne. (Wyly 2001)

Faktoranalüüs on meetod suure hulga tunnuste omavahelise seose esiletoomiseks neid mõjutavate varjatud ehk latentsete tunnuste varal. Faktoranalüüsi eesmärgiks on leida ühisosa omavad tunnused ja moodustada nende põhjal uued, ühist laiemat aspekti kirjeldavad, summamuutujad e faktorid. Nii saadakse alg tunnuste arvuga võrreldes väiksem hulk faktoreid, millega saab kirjeldada kõik alg tunnused. Analüüsi lõppeesmärgiks on moodustada faktortunnused e uued summamuutujad, mis saadakse alg tunnuste lineaarsete kombinatsioonidena nii, et iga alg tunnus oleks seotud võimalikult tugevalt ainult ühega tekkinud faktoritest. Peakomponentide mudeli korral seatakse sihiks indiviide võimalikult hästi eristavate, st võimalikult suure dispersiooniga koondtunnuste saamine, mis haaravad võimalikult suure osa tunnuste kogudispersioonist. Omapäraelemente ehk mudeli vigu ei käsitleta. (Tooding 2014)

Faktoranalüüs ja peakomponentide meetod arendati välja kahekümnenda sajand alguses. Meetodid pakkusid väärtuslikke ning eristuvaid lahendusi paljude muutujate hindamisel. Arvutite tulek 50ndatel ja 60ndatel tõi kaasa arvutuslikelt keerulisemate tehnikate laialdasema kasutamise. Peakomponentide meetodit ning faktoranalüüsi kasutati mitmete rakenduste puhul sotsiaal- ja reaalteadustes, eriti kiiresti kasvas meetodi rakendamine linnageograafide ja linna-sotsioloogide seas. Üheks peamiseks põhjuseks, miks meetod linnageograafide seas populaarseks sai, oli tugev sotsiaalteooriate mõju Chicago koolkonnalt. Uue arvutusvõimsusega varustatud ning 60nda aasta naabruskonna tasemel rahvaloenduse andmetega varustatud, lubas faktoranalüüs täpsustada ja ümber lükata teooriad, mida teadlased olid aktsepteerinud juba aastaid. Järgnevatel kümnenditel faktoranalüüsi tähtsus vähenes uute paradigmade ning meetodite tekkimisega. Faktoranalüüsi hakati linnageograafias uuesti laialdasemalt kasutama 90ndate teises pooles. (Wyly 2001)

Tänapäeval on faktoranalüüs ja peakomponentide meetod ühed enim kasutatavad tehnikad igasugustes sotsiaalsetes uurimustes ning praeguseks on see eelistatud lähenemisviis linnade keeruliste sotsiaal-ruumiliste küsimuste lahendamiseks. Antud kontekstis on faktoranalüüsi kasutatud laia ringi sotsiaalsete, majanduslike, demograafiliste ning maakasutus-karakteristikute analüüsimiseks, eesmärgiga leida andmetest sarnaseid mustreid või rütme. (Knox ja Pinch 2006) Faktoranalüüsi on kasutatud hooajaliste erinevuste leidmiseks lähtuvalt geograafilisest aspektist turismi ning rände uuringutes (Ahas et al. 2007; Silm ja Ahas 2010).

Faktorite leidmiseks tegin omaväärtustesti, mis näitab faktori kirjeldusastet. Omaväärtustesti tulemuseks on number mis näitab mitut tunnust antud faktor kirjeldab. Faktorid, mille omaväärtus on alla ühe, kirjeldavad vähem kui ühte tunnust. Antud töö puhul tähendab see, et faktor kirjeldaks vähema kui ühe transporditsooni ajakasutust ning seega antud faktorit mõtekas vaadata ei ole. Parema tõlgenduse saamiseks orienteerisin faktorid esialgsete tunnuste ruumis ümber (*rotate*), kasutades varimaks meetodit. Analüüsi eesmärk on grupeerida transporditsoonid mis omavad sarnaseid tunnuseid ehk sarnaseid kõneaktiivsusgraafikuid.

Analüüsi tulemusena on leitud faktorskoorid ja -laadungid. Faktorskoorid ehk individuaalsed faktori väärtused on arvutatud standardiseerituna, keskmisega 0. Käesolevas töös näitab faktorskoor sisuliselt standardiseeritud faktori väärtust iga 20 minutilise perioodi kohta.

Faktorlaadungid on kordajad, mis väljendavad seda, kui palju „laadib“ iga faktor konkreetse tunnusessse variatiivsust, ehk mida suurem faktorlaadung seda paremini tunnus antud faktorit kirjeldab. Laadungi väärtus kirjeldab seose tugevust. Väikseks loetakse seost kui faktorlaadungi väärtus on väiksem kui 0,3. Nõrk seos on kui laadungi väärtus on 0,3 – 0,5. Faktorlaadungid mille väärtus on 0,5 - 0,7 loetakse piisavalt tugevaks, et neid analüüsis kasutada. Faktorlaadungid mille väärtus on 0,7 on tugevalt seotud algtunnustega.

3.4 Kirjeldavad statistikud Tallinnas

Selleks, et analüüsida tallinna transporditsoonide ajakasutust olen kasutanud Ahas et al. (2015) poolt loodud indikaatoreid. Päevase rütmi kirjeldamiseks olen kasutanud nelja indikaatorit: 1 – öine miinimum, 2 – hommik, 3 – keskpäev, 4 – aktiivse päeva pikkus (Joonis 1).

Öine miinimum on defineeritud kui moment, kus on kõige vähem kõnetoiminguid 24 tunnise päevase tsükli jooksul. Öine miinimum iseloomustab aega kus linn on kõige vähem aktiivsem. Kuna andmed on agregeeritud 20 minuti kaupa siis ka täpsusaste siin ja järgnevatel juhtudel on 20 minuti.

Hommik on defineeritud kui moment, kus kõneaktiivsus kasvab kõige kiiremini öise miinimumi ning kella 12 vahel. See punkt sümboliseerib momenti, kui aktiivsuse kasv on kõige suurem. See viitab hommikusele tipptunnile ja suurenenud mobiilsusele.

Keskpäev on arvatud, kui kõigi kõnetoimingute toimumise keskmine aeg. See on leitud kui kõnetoimingute ja aja mediaanväärtus. Keskpäeva on arvatud öisest miinimumist, öise miinimumini.

t_x = keskpäev, c = kõnetoiminguid tsükliks, a = aeg, N = kõnetoimingute arv

$$t_x = \frac{\sum ca}{N}$$

Aktiivse päeva pikkus on leitud kui periood, kus 80% päevastest kõnetoimingutest on toimunud. Aktiivset päeva arvutades olen aluseks võtnud perioodi öisest miinimumist järgmiseni. Põhjuseks see, et aktiivne päev ei toimu mitte südaööst südaööni vaid inimese päevakasutuse mustri alusel. Aktiivne päev algab kui 10% kõnetoimingutest on tehtud ning lõppeb kui 90% tsükli kõnetoimingutest on toimunud.

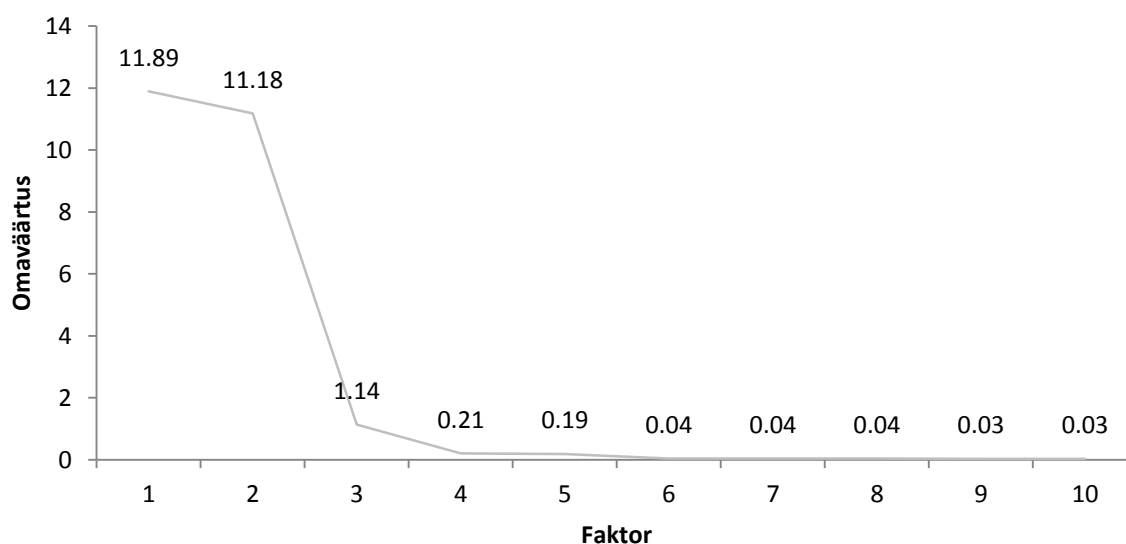
Kuna kõnetoimingud erinesid päeviti siis otsustasin päevade andmed grupeerida vastavalt faktoranalüüsis leitud peamistele rütmidele. Agregeerisin andmed esmaspäevast reedeni ja laupäevad-pühapäevad, leides keskmise kõnetoimingute hulga iga 20 minutilise perioodi tagant. Tulemuseks keskmistatud andmed näitamaks tüüpilise töö- ja puhkepäeva 24 tunni kõnetoimingute aktiivsuse rütme.

4. Tulemused

4.1 Tallinna peamised aktiivsusrütmid

Faktoranalüüsi tulemusel eristusid vaadeldavas perioodis kolm peamist faktorit. Esimene faktor on omane 47,6 protsendile transporditsoonidest ning on seotud stabiilse nädala rütmiga, kus kõnetoimingute arv nii töönädalal kui ka nädalavahetusel on sarnane. Teine faktor, mis on omane 44,7 protsendile tsoonidest kirjeldab aktiivset tööpäevast rütmi, kus kõneaktiivsus on tööpäevadel suurem ning nädalavahetustel väiksem. Kolmas faktor (Vanalinn) on omane vaid ühele tsoonile, mis hõlmab 4,6 % koguvareeruvusest. Vanalinnas on näha suurenenud aktiivsust neljapäeva, reede ja laupäeva õhtutel võrreldes teiste piirkondadega.

Omaväärtustesti graafik (Joonis 5) näitab esimese kümne faktori kirjeldusastet. Kuna alates neljandast faktorist kirjeldab faktor vähem kui ühte tunnust maatriksis (Tabel 2), siis vaatlesin peamiselt kolme esimest faktorit.

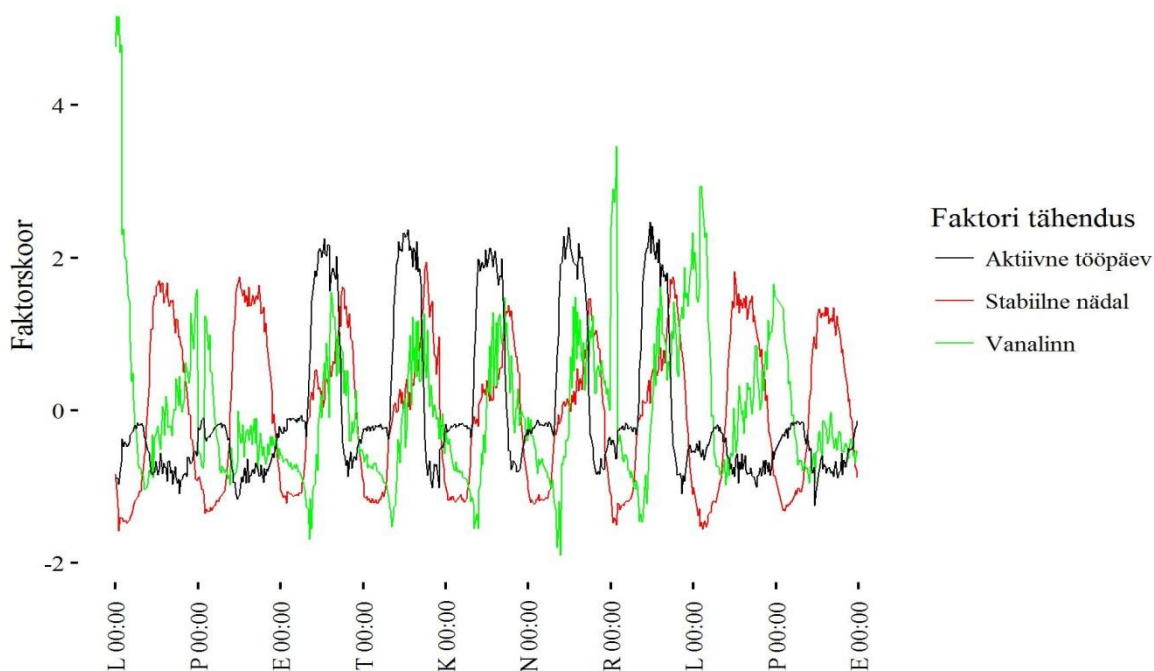


Joonis 5. Omaväärtustesti graafik, esimesed 10 faktorit.

Tabel 2. Omaväärtuste kirjeldusaste

Faktor	Omaväärtus	Protsent maatriksi koguvareeruvusest
1	11,89	47,56
2	11,18	44,72
3	1,14	4,56
4	0,21	0,84
5	0,19	0,76

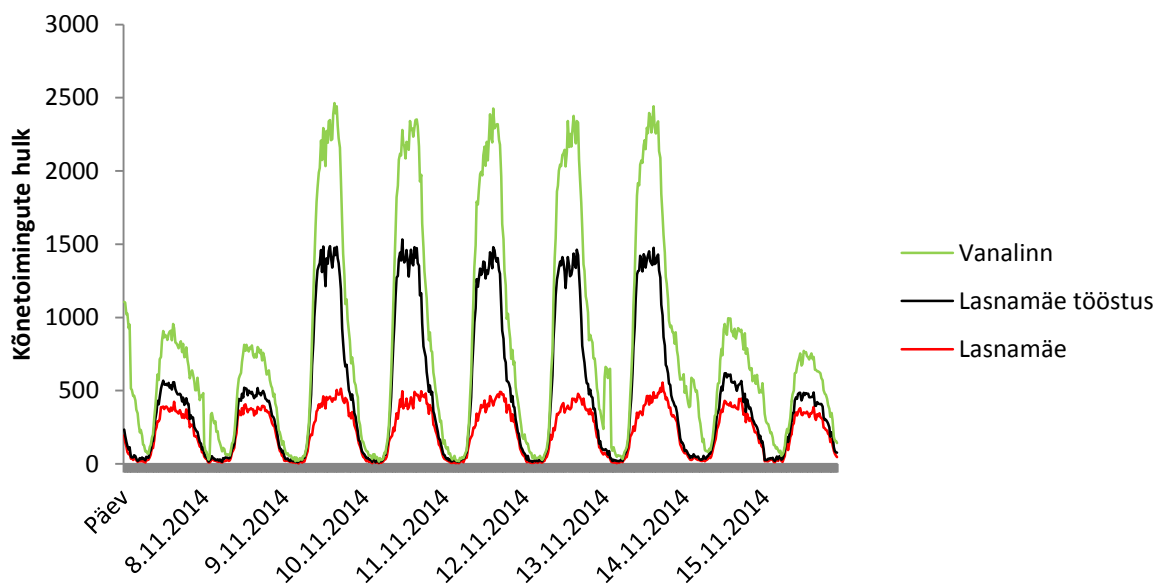
Kasutades peakomponentide meetodil saadud faktorskoore koostasin graafiku (Joonis 6), mis kirjeldab esimese kolme faktori ajakasutuse mustreid. Esimene faktor (must) kirjeldab selgelt tööpäevast aktiivsuse rütmi ning nädalavahetusel näitab väiksemat kõnede aktiivsust. Teine faktor (punane) kirjeldab üheksa päeva lõikes suhteliselt stabiilset kõnetoimingute hulka. Välja võib tuua ka tööpäevadel hilisema ajakasutuse kui teisel faktoril. Kolmas faktor (roheline) kirjeldab vaid ühe tsooni (Vanalinna) ajakasutust. Sellest lähtuvalt ning sisulise tähenduse andmiseks nimetan faktorid ümber: 1 – Aktiivne tööpäev, 2 – Stabiilne nädal, 3 – Vanalinn.



Joonis 6. Tallinna peakomponent skoorid. Laupäev, 8 november – pühapäev, 17 november

Kuna tegemist on peakomponentskooridega, siis ei peegelda antud graafik reaalselt ajakasutust vaid on standardiseeritud mudel, näitamaks peamisi rütme antud perioodil. Graafikult on näha tugev 24 tunni rütm, mis iseloomustab tervet vaadeldavat perioodi. Samuti hakkab silma Vanalinna faktorskoori kõrge väärtus graafiku alguses. Kõrge väärtus on tingitud tunduvalt suuremast kõnede arvust sellel momendil võrreldes teiste tsoonidega, mis peegeldub järgnevalt graafikult (Joonis 7). Küll aga erinevad erinevate tsoonide päevased rütmid nädalapäevade lõikes.

Näitamaks reaalselt kõneaktiivsust koostasin faktoreid kõige paremini kirjeldavate linnaosade kohta joonise (Joonis 7). Jooniselt on näha, et lisaks peamisele rütmidele esineb variatiivsus ka kõnetoimingute hulgas. Kuna antud tsoonid on erineva suuruse ja rahvaarvuga, siis on ka kõnetoimingute hulk erinev. Tuleb välja, et „aktiivne tööpäevane“ rütm tuleb selgelt esile Lasnamäe tööstusalas, kus kõnetoiminguid on tööpäevadel kordades rohkem kui nädalavahetusel. Samuti on näha Vanalinna suurem kõnetoimingute hulk neljapäeva, reede ja laupäeva öösel. Stabiilset nädalat iseloomustab hästi Lasnamäe linnaosa, kus olenemata nädalapäevast on kõnetoimingute hulk üsnagi sarnane.



Joonis 7. Kolme faktorit kõige paremini iseloomustavad tsoonid ja nende kõneaktiivsus rütmid.

Järgnevalt soovisin teada millised tsoone antud faktorid kirjeldavad. Selleks vaatasin analüüsi tulemusel saadud faktorlaadungeid (kordajad, mis väljendavad seda, kui palju „laadib“ iga faktor konkreetsesse tunnusesse variatiivsust, ehk mida suurem faktorlaadung seda paremini tunnus faktorit kirjeldab). Koostasini kaardi, kus on kirjeldatud iga tsooni faktorlaadungit (Joonis 8).

Kaardile kantuna avaldub huvitav tõsiasi, et linnaäärsed tsoonid kujutavad rohkem nädalast stabiilset rütmi. Edelapoolsed alad ja Vanalinna ümbritsevad alad on seotud rohkem aga tööpäevase rütmiga. Tallinna tsoonide ajakasutuse täpsemaks analüüsiks olen kasutanud kõneaktiivsuskõveraid iseloomustavaid statistkuid.

Tallinna korrelatsioonikordajad

Vanalinn

0.60

Stabiilne nädal

0.40 - 0.60

0.60 - 0.80

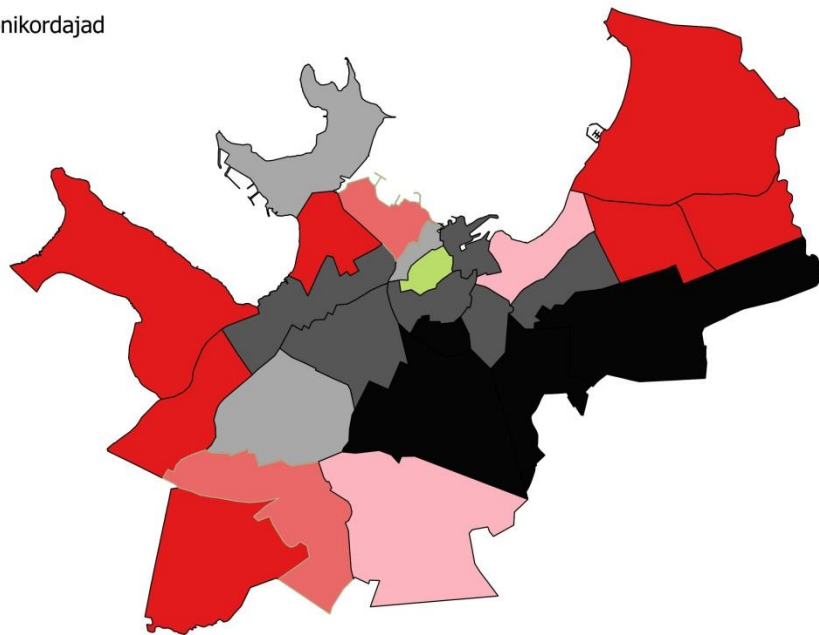
0.80 - 0.90

Aktiivsemad tööpäevad

0.40 - 0.60

0.60 - 0.80

0.80 - 0.94



Joonis 8. Tallinna korrelatsioonikordajad (faktorlaadungid).

4.2 Tööpäevade ja nädalavahetuse ajakasutuse rütmid ja geograafiline erinevus

Tööpäevadele on iseloomulik töökohtade ja asutuste lahtiolekuaegadega seotud suurenenud kõneaktiivsus pea pooltes transporditsoonides. Tööpäevadel hakkavad hommik ning keskpäev keskmiselt varem kui nädalavahetusel. Samuti on tööpäevadel varasem aktiivse päeva lõpu kellaaeg. Enamike transporditsoonide ajakasutuse kõverad on üsna sarnased. Eristusid üksikud transporditsoonid mis olid unikaalse ajakasutusega. Peamine tendents on, et Kesklinnas hakkab keskpäev varem kui äärealadel ning aktiivne päev kestab kauem kui äärealadel. Nädalavahetusel varieerub tugevalt öine miinimum, olles Kesklinnas ja seda ümbritsevates alades tunduvalt hilisem, mis on otseses seoses antud tsoonide aktiivse õhtuse ajakasutusega

Koondasin Tallinna tsoone kirjeldavad statistikud ühistabelisse (Tabel 3). Tabelis on miinimum- ja maksimumväärtus näitamaks statistiku varieeruvust antud ajavahemikul. Samuti arvutasin mediaanväärtuse näitamaks keskmist statistiku väärtust antud perioodil. Ruumilist varieeruvust kirjeldavad järgnevad alapeatükid.

Tabel 3. Tallinna kirjeldavad statistikud. Agregeeritud nädalapäevade kaupa.

Päev	Min/max	Öine miinimum	Hommik	Keskpäev	Päeva algus	Päeva lõpp	Päeva pikkus
E-R	min	3:20	7:20	12:45	9:00	17:20	8:20
E-R	max	5:40	9:40	14:45	10:20	1:20	15:00
E-R	mediaan	4:20	8:20	13:59	9:20	20:40	11:20
L-P	min	2:20	8:20	13:16	9:20	20:00	9:20
L-P	max	7:40	11:40	14:52	10:40	23:40	14:20
L-P	mediaan	5:20	9:40	14:27	10:20	21:00	11:00

4.2.1 Tööpäevad

Antud perioodil tehti tööpäevadel keskmiselt 193 683 kõnetoimingut päevas. Tööpäevadele iseloomulik on töökohtade ja asutuste lahtiolekuaegadega seotud suurenenud kõneaktiivsus pea pooltes transporditsoonides. Hommik hakkab keskmiselt 8:20, mis on varasem võrreldes nädalavahetusega. Samuti varieerub aktiivse päeva lõpp tööpäevadel tugevamini kui nädalavahetusel. Geograafiliselt tulevad parimad seosed välja kahe statistiku puhul. Keskpäev algab kõige varem Vanalinnas ning Tallinna äärealadel hiljem (Joonis 10). Samuti joonistus ilus muster aktiivse päeva pikkuse puhul, kus enamike transporditsoonide aktiivse päeva pikkus jäi üheteist-kaheteist tunni vahele. Selgelt eristusid Kesklinnas olevad tsoonid pika aktiivse päevaga ning Lasnamäe peamiselt tööstus ja äripindadest koosnev tsoon võrdlemisi lühikese aktiivse päeva pikkusega (Joonis 11).

Peamised iseloomulikud aktiivsuskõverad on kujutatud alloleval joonisel (Joonis 9). Vanalinn on hea näide öisest aktiivsusest kus antud tsooni kõnetoimingute hulk tõuseb hüppeliselt kella üheteistkümne ja südaöö vahel. Haabersti kirjeldab pigem tüüpilist ajakasutuskõverat tööpäevade seas. Enamike tsoonide aktiivsuskõverad näevad just sellised välja. Puuduvad järsud tõusud-langused ning kõneaktiivsus on jaotunud päevas pigem ühtlaselt. Lasnamäe tööstustsoon on iseloomulik oma lühikese aktiivse päeva pikkuse poolest.



Joonis 9. Erinevad ajakasutusrütmid tööpäevadel. Kolm markantsemat näidet.

Öine miinimum

Kõige madalam kõneaktiivsus ehk öine miinimum saabub Tallinna erinevatesse tsoonidesse erineval ajal, jäädes vahemikku 3:20 – 5:40. Kõige hiljem hakkab uus päev Vanalinnas kell 5:40, mis näitab aktiivset ruumi kasutamist ka õhtusemal perioodil. Ülejäänud linnas varieerub öine miinimum otsese ruumilise korrelatsioonita (Lisa 1).

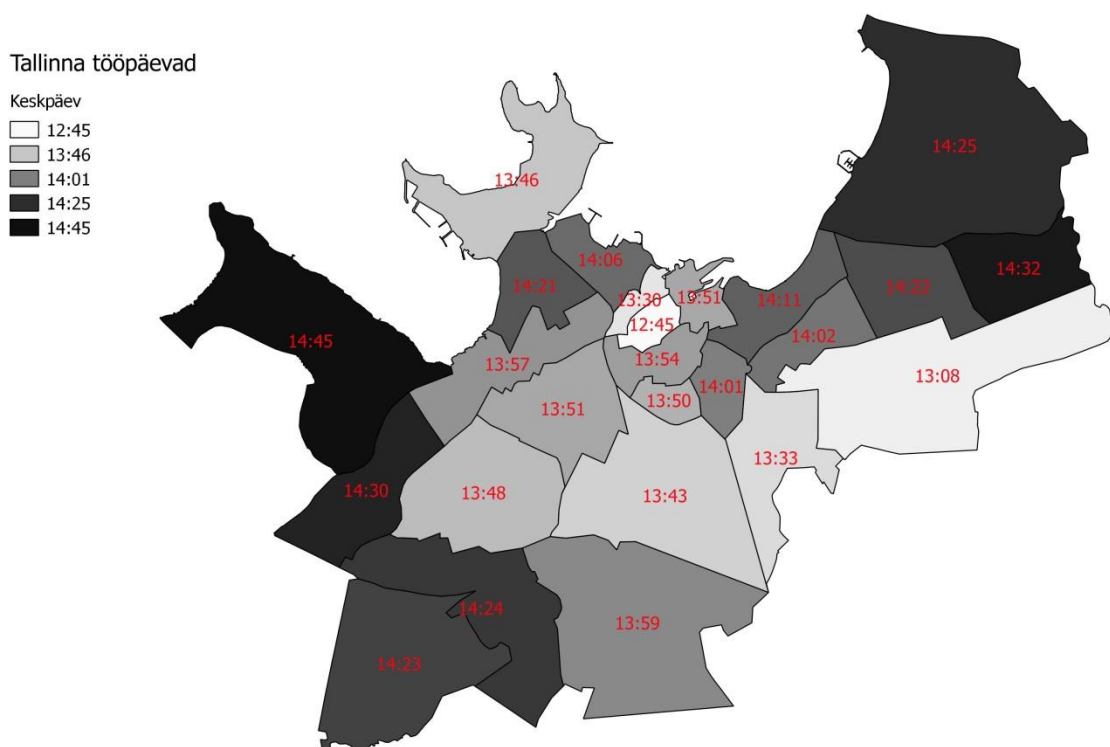
Hommik

Tööpäevadel hakkab hommik kõige varem Õismäel (7:20). Kõige hiljem Põhja-Tallinnas (9:40). Ruumiliselt midagi väga huvitavat siin välja ei joonistu (Lisa 2).

(Kaardid kinnitusena lisadesse)

Keskpäev

Keskpäev varieerub vahemikus 12:45 – 14:45. Kuna tegemist on arvutusliku väärtusega siis on antud andmed minutilise täpsusega arvutatud. Keskpäeva puhul joonistub välja konkreetne ruumiline suhe, seoses kaugusega kesklinnast (Joonis 10). Kõige varem algab keskpäev Vanalinnas ning hiljem hakkab keskpäev Tallinna äärealadel.



Joonis 10. Tallinna tööpäevad, keskpäeva kellaaeg.

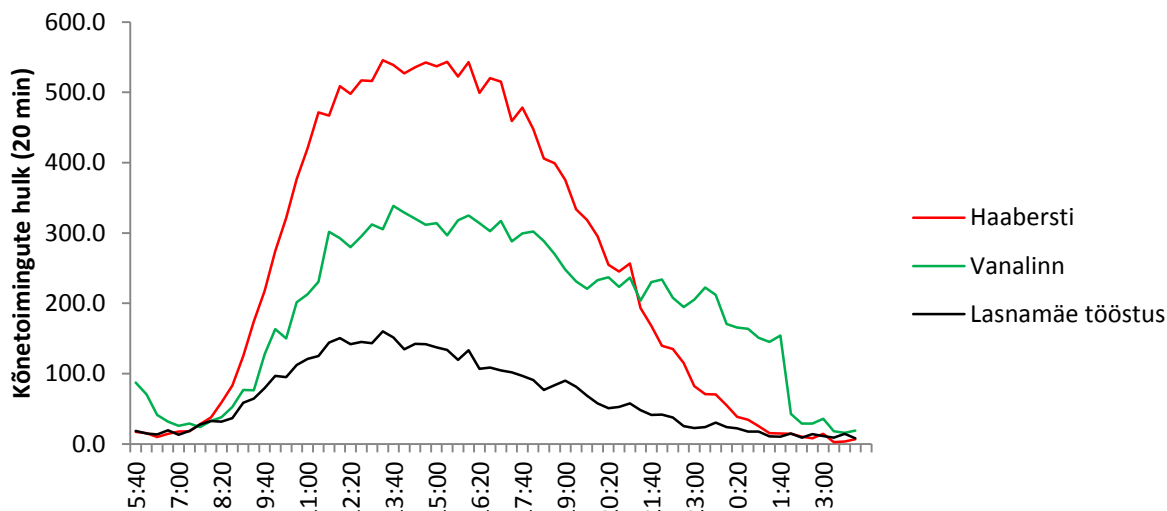
Aktiivse päeva algus, lõpp ja pikkus

Aktiivse päeva algus ja lõpp määravad ka aktiivse päeva pikkuse. Aktiivne päev hakkab 25st tsoonist 16s kell 9:20, seega väga suurt varieeruvust ei ole. Kõige hiljem hakkab aktiivne päev Vanalinnas (10:20) ja kõige varem Lasnamäe tööstustsoonis (9:00).

Aktiivse päev lõpp aga varieerub tööpäevadel märksa enam kui aktiivse päeva algus. Kõige varem lõppeb aktiivne päev Lasnamäe tööstustsoonis (17:20) ning kõige hiljem Vanalinnas (1:20). Mediaanväärtuseks on 20:40.

Aktiivse päeva pikkus kõigub Tallinnas päris jõudsalt (Joonis 11). Kõige pikem on päev Vanalinnas (15 tundi) ning kõige lühem päev on Lasnamäe tööstusrajoonis (8:20).

ruumikasutusega kui teised linnaosad. Mis on aga erinev, on see et enne südaööd ei toimu järsku tõusu vaid kõneaktiivsus langeb pigem ühtlaselt, kukkudes järsult kella kahe paiku öösel. Lasnamäe tööstusalal on kõvasti vähem kõnetoiminguid kui tööpäevadel. Samuti ei tule siin selgelt esile tööpäevaga seonduvat 9:00 – 17:00 rütmi. Kõneaktiivsus on perioodi jooksul pigem ühtlasemalt jaotunud.



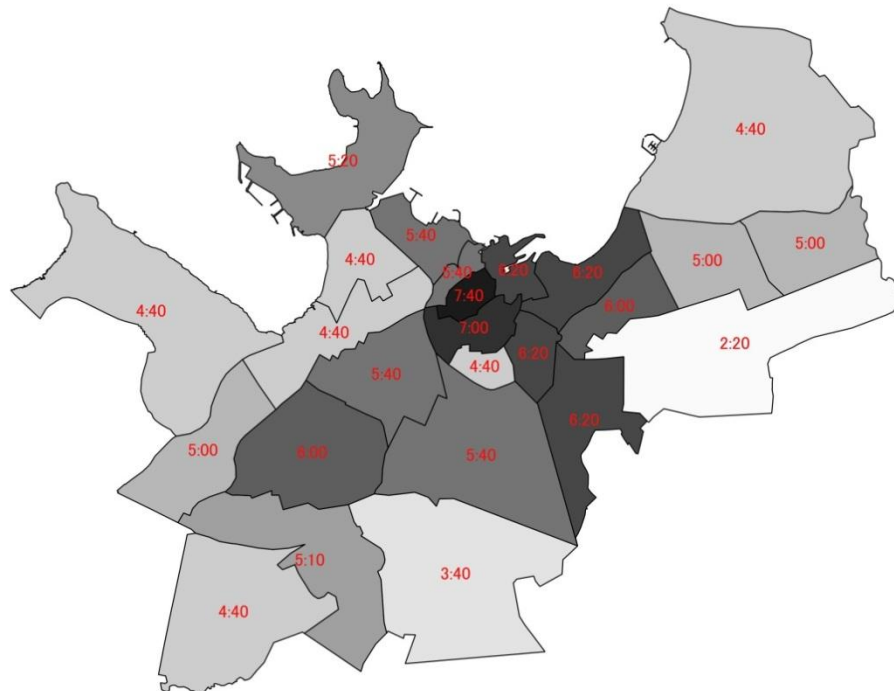
Joonis 12. Nädalavahetuse keskmistatud päeva kolm markantsemat näidet.

Öine miinimum

Nädalavahetusel on näha suuremat öise miinimumi kõikumist kui tööpäevadel, jäädes vahemikku 2:20 – 7:40 (Joonis 13). Jooniselt tuleb selgelt esile, et kõige hiljem hakkab päev kesklinna piirkonnas. Kesklinnast kaugemale liikudes hakkab päev märgatavalt varem. Kõige iseloomulik on Lasnamäe tööstustsoon, kuhu öine miinimum saabub kõige varem.

Hommik

Kõige varem hakkab hommik Balti jaama ümbritsevas tsoonis (8:20) ning kõige hiljem Ülemiste keskust ümbritsevas tsoonis (11:40) (Lisa 3).

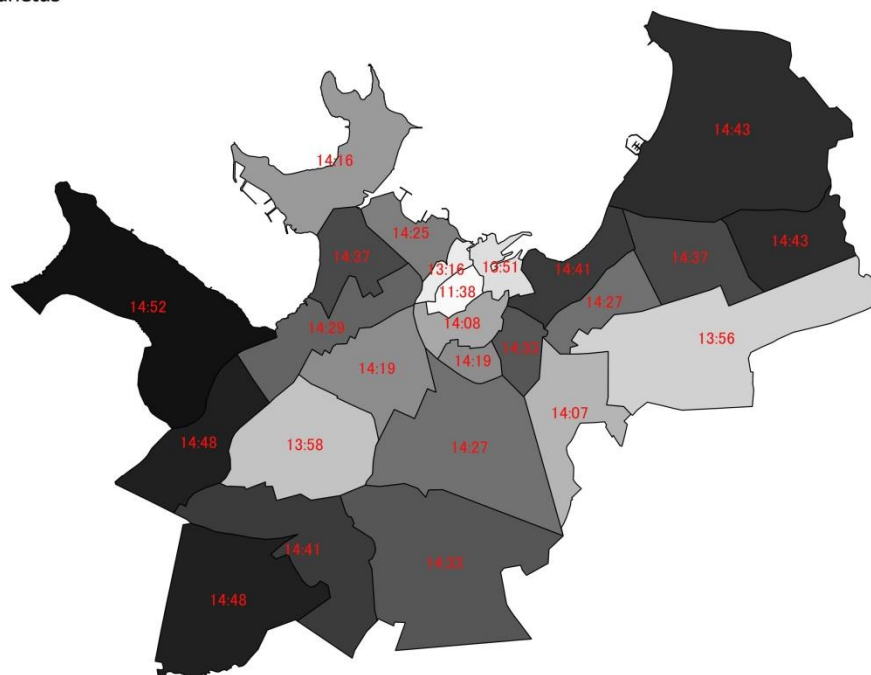


Tallinna nädalavahetus

Keskpäev

11:38

14:52



Joonis 14. Tallinna nädalavahetus, keskpäev

5. Arutelu

Inimese ja looduse elutegevust mõjutavad igasugused rütmid. Alustades Milankovitchi tsüklitest, mis mõjutavad maakeral toimuvaid protsesse pika perioodi jooksul lõpetades aastaste, hooajaste, nädalaste ja päevaste tsüklitega. Kuna vaadeldav periood on vaid 9 päeva siis tuli antud töös välja kolm peamist kõneaktiivsuse rütmi. Esiteks ööpäevane (24h) rütm, mis on otseselt seotud maakera pöörlemise ja inimese unetsükliga ning on peamine mõjutaja antud perioodis. Teiseks tuli välja nädalane rütm, mis on jagatud tööpäevade ning nädalavahetuse vahel. Tööpäevade ja puhkepäevade vaheline eristus on pigem inimtekkeline, olles seaduste ja tavade poolt defineeritud.

Faktoranalüüsi tulemusena eristusid selgelt tööpäevadel aktiivsemad ja vähemaktiivsemad transporditsoonid ning Vanalinn. Kui võrrelda Tallinna üldplaneeringu maakasutusplaani tulemustes välja toodud joonisega (Joonis 8), kus on näidatud millised transporditsoonid korreleeruvad aktiivsema tööpäevase rütmiga ja millised mitte, siis visuaalse hindamise tulemusena on märgata seos transporditsooni funktsionaalsuse ning ajakasutuse vahel. Tsoonid, millele maakasutusplaani on kantud rohkem tööstus- ning ettevõtlushoonestust on rohkem seotud aktiivse tööpäevase rütmiga. Tsoonides, kus domineerivaks on korrus- ja väikeelamud ei ole tööpäevadel näha märgatavalt teistsugust ajakasutust kui puhkepäevadel. Kahjuks erinevused korrusmajade ning väikeelamu transporditsoonide vahel välja ei tulnud. Algselt oleks arvanud, et need piirkonnad käituvad kuidagi erinevalt aga antud analüüs seda ei kinnitanud.

Faktoranalüüsi tulemustel eristus teistest tsoonidest oma unikaalse ajakasutuse poolest Vanalinn. Vanalinn eristus peamiselt oma pika aktiivse päeva tõttu, kus määravaks sai suurem kõneaktiivsus öhtustel ja öistel perioodidel. Eriti selgelt aktiivsemad olid neljapäeva, reede ja laupäeva öhtud ning ööd võrreldes ülejäänud tsoonidega. Selline kõneaktiivsus viitab tõdemusele, et baarid, kohvikud jms on koondunud Kesklinna, eriti Vanalinn piirkonda. Tallinna Vanalinn on UNESCO maailmapärandi nimekirjas ning on populaarne koht nii turistide kui ka kohalike seas ööelu nautimiseks. Bromley (2003) kirjutas, et „Peamine erinevus linnakasutamise seisukohalt saab märgatavaks öhtusel perioodil. Küllastuste eesmärgid muutuvad ning samuti sotsiaalne kooslus. Kui päeval ajal on märgata rohkem küllastatavust poodides, teatrites ja kontsertidel siis öhtusel ajal küllastatakse peamiselt kinosid, baare ja klubisid. Öhtuseid ja öiseid tegevusi viljelevad peamiselt noored.“ Usun, et siinkohal võib teha eelduse, et Vanalinnas tegutsevad öhtusel aegadel just noored, kes küllastavad peamiselt baare ja klubisid. Kas suuremates linnades võiks välja tulla näiteks mitmed koondumiskohad kus noored öhtuti aega veedavad?

Nädalavahetuse kõnetoimingute hulk päevas on 44% tööpäeval tehtavate kõnede arvust. Siinkohal võiks mõelda, kes reaalselt nende kõnetoimingute taga on. Tallinn on eesti suurim tõmbekeskus, mis pakub tööd tuhandetele inimestele, kellest paljud elavad väljaspool Tallinna. Täpset numbrit ei oska kahjuks välja tuua. Seega tõenäoliselt on aktiivse tööpäevase rütmiga seotud paljud inimesed, kes käivad väljaspoolt Tallinnat töö või on lihtsalt läbisõidul. Kuna pea pooled tsoonidest omasid sarnast kõneaktiivsust nii tööpäevadel kui ka

puhkepäevadel siis võiks eeldada, et need piirkonnad on rohkem kohalikest elanikest mõjutatud.

Teiseks tasuks diskuteerida 24 tunnise rütmi ja keskkonna üle, mis tundub meie igapäevaelus domineerivat. Igal hommikul me tõuseme, teeme hommikused toimetused. Enamik inimesi läheb kuskile kooli või tööle, muutes oma geograafilist asukohta vähemal või rohkemal määral. Kool kestab üldiselt kella kaheksast kella neljani, tüüpiline tööpäev on tund aega nihkes – üheksast viieni. Pärast tööd või kooli käivad inimesed poes, trennis või teevad muud toimetused ning lähevad koju. Kui vaadata joonisel 9 kujutatud Haabersti tsooni tööpäeva ajakasutuse rütmi, mis kirjeldab enamike transporditsoonide keskmist ajakasutuse rütmi, siis on sisuliselt näha sarnane aktiivsusekõver. Aktiivsus hakkab tõusma kella seitsme paiku hommikul ning langema kella kuue paiku õhtul. Selles valguses tekib küsimus kui palju tänapäeval oleme me seotud päikesevalgusega ning kui palju meie tegelikust päevasest rütmist määravad institutsioonid. Inimeste kronotüübid on erinevad. Mõned on eriti varajased ärkajad, teised veedaksid oma ärkveloleku meelsamini pimeduses. Enamik inimesi jääb kuskile nende kahe äärmuse vahele. Huvitav oleks teada, kas asutuste lahtioleku aegadest mõjutamata või teistsuguse töökultuuriga piirkondades joonistuksid teistsugused päevased aktiivsuse rütmid.

Usun, et teemal võib veel palju diskuteerida ning põnevaid asju uurida. Mobiilpositsioneerimise andmed on vaid üks võimalus ajaliste protsesside kohta informatsiooni saada. Ajakasutusuuringuid on tehtud lisaks sellele meetodile veel mitmete vahendite ja andmetega. Antud meetodiga töepärasemate tulemuste saamiseks ning päevaste rütmide paremaks analüüsimiseks oleks tõenäoliselt vaja olnud kasutada andmeid pikema perioodi kohta. Antud juhul võivad aktiivsuskõveratele mõju avaldada lühiajalised protsessid (ekstreemsed ilmastikutingimused, suurem kontsert, telesaade kus toimub telefonidega hääletamine jne), mis pikemat ajavahemiku kasutades ära ühtlustuks.

Antud töös kasutasime varasemalt loodud tsoone, mis küll kattusid osaliselt funktsionaalsete tsoonide piiridega Tallinna maakasutusplaani kuid võibolla oleks paremaid ja huvitavamaid tulemusi andnud homogeensema maakasutusega tsoonid. Antud juhul tulid väga hästi välja Lasnamäe tööstusala ning Vanalinn ja seda ümbritsevad alad. Suuremad erinevused magalate ja väikeelamu rajoonide ning segahoonestusalade vahel jäid märkamata. Võimalik oleks katsetada ka suuremat ruumilist lahutusvõimet. Sarnaseid statistikuid võiks võiks vaadata näiteks mobiilimasti täpsusega või väiksemal pinnaühikul.

6. Kokkuvõte

Linnastumise tulemusena elab rohkem kui pool maakera rahvastikust linnades ning linnaelanike osatähtsus maakeral tõuseb. Selleks, et linnad saaksid ka tulevikus edukalt toimida on vaja luua uusi lahendusi linnasüsteemide haldamiseks. Tänapäeval on kasutusel järjest rohkem juhtmeta tehnoloogiat, mis kogub informatsiooni automaatselt. Kasvava infohulga tingimustes on linnade paremaks analüüsiks vajalik leida meetodeid linnaruumi paremaks mõistmiseks ja planeerimiseks.

Antud töös on kasutatud passiivse mobiilpositsioneerimise (CDR) andmeid Tallinna linna ajaliste rütmide analüüsimiseks. Andmed on pärit vahemikust 8.11.14 – 17.11.14 ning on agregeeritud vastavalt varem defineeritud transporditsoonidele parema ruumilise lahutuse saamiseks, kui seda oleks võimaldanud näiteks Tallinna administratiivpiirid. Analüüsi tulemusena on leitud peamised kõneaktiivsusrütmid antud perioodil. Samuti on analüüsitud ajakasutust 24 tunni lõikes linna erinevates tsoonides ning uuritud tsoonide vahelisi erisusi.

Peamiste rütmide leidmiseks tegin faktoranalüüsi terve vaadeldava ajaperioodi kohta. Perioodis kuhu kuulusid kaks nädalavahetust ja üks töönädal eristusid selgelt kolm peamist rütmi. Laias laastus võib Tallinna erinevad tsoonid jaotada kaheks, eristub vaid Vanalinn. Esimene domineeriv rütm on selline, mis näitab suuremat aktiivsust tööpäevadel ning on nädalavahetustel vähem aktiivne. Tsoonid sellise rütmiga on ilmselt seotud töökohtadega. Teine peamine rütm mis eristus on terve perioodi jooksul suhteliselt stabiilne. Nii tööpäevadel kui ka nädalavahetustel on enam-vähem sarnane kõneaktiivsus. See viitab tsoonidele, mis on vähem seotud töökohtadega, nagu näiteks elamurajoonid. Kolmas rütm, mis faktoranalüüsis eristus, kuulus vaid ühele tsoonile, mis kattus Vanalinnaga. Antud tsooni iseloomustab kõrgem kõneaktiivsus neljapäeva, reede ja laupäeva õhtustel ja öistel kellaaegadel võrreldes ülejäänud tsoonidega.

Kuna faktoranalüüsi tulemusena eristusid peamiselt tööpäevad ja nädalavahetus, agregeerisin aegreale nii, et iga tsooni kohta tekiks 24 tunni ajakasutuskõver, mis iseloomustaks keskmist tööpäeva ja keskmist puhkepäeva antud tsoonis. 24 tunni kõvera hindamiseks kasutasin statistikud mis kirjeldasid öist miinimumi, hommiku algust, keskpäeva, ning aktiivse päeva algust, lõppu ja pikkust igas tsoonis.

Tööpäevadel kõigub öine miinimum tsoonide vahel väiksemas vahemikus võrreldes nädalavahetusega. Enamikes tsoonides algab hommik tööpäevadel varem kui nädalavahetusel. Samuti algab keskpäev tööpäevadel varem kui nädalavahetusel. Aktiivse päeva algus hakkab põhimõtteliselt samal ajal, küll aga varieerub aktiivse päeva lõpp, mis kajastub aktiivse päeva pikkuses. Hästi eristusid tööpäevadel Vanalinn ja Lasnamäe tööstustsoon. Aktiivne päev kestis Vanalinnas 10:20 – 1:20, mis näitab antud ruumi aktiivset kasutust 15 tunni jooksul. Lasnamäe tööstustsoonis kestis aktiivne päev sisuliselt 9st 5ni, mis viitab tugevale seosele tööajaga. Nädalavahetusel eristus samuti Vanalinn oma pika aktiivse päeva poolest. Tööpäevase rütmiga seotud tsoonides oli märgata tööga seotud rütmi ning kõneaktiivsuse vähenemist.

Kuna ajakasutuses esineb tugev 24 tunni rütm, kus inimesed on aktiivsemad päeval ja vähemaktiivsed öösel siis enamik linnaosasid käitub üsna sarnaselt. Antud töös eristusid vaid markantsemad näited, mille põhjal oleks võimalik erinevaid tsoone eristada ning selle tulemusena linnade käitumist paremini analüüsida. Kindlasti on ajal ja selle puudumisel tähtis roll igale inimesele ning ühiskondlikele süsteemidele toimimisele ja planeerimisele. Leian, et mobiilpositsioneerimise andmetel on potentsiaali antud valdkonnas veelgi paremaid tulemusi saada. Antud teemat tuleks edasi uurida paremate tulemuste ja meetodite leidmiseks.

7. Summary

Time-use patterns of Tallinn

Erik Linde

As a result of urbanization more than half of the world population now live in cities and the proportion of urban dwellers is rising. In the future we need to create new solutions to administer urban systems in order for the cities to function properly. There is more wireless technology nowadays than ever before that collects various information automatically. The problem now isn't the lack of information but rather orientating or finding meaningful data. In order to do that we need to develop new methods for better understanding and planning of cities .

The theses is based on passive mobile positioning (CDR) data to analyze temporal rhythms of Tallinn. The data is collected between 8.11.14 and 17.11.14 and is aggregated according to previously defined transport zones to achieve a better spatial resolution than for example Tallinn's administrative borders would have. As a result of the analyzes the main call activity rhythms of the given period have been found. Furthermore, diurnal time usage and their differences in different zones have been analyzed.

To find the main rhythms of the period factor analysis was conducted. The period, covering two weekends and 5 working days, consists of three main factors. The two main factors were discovered and the third one is inherent only to one zone, Vanalinn. The first factor describes the rhythm of the „active working day“. The zones that are described by this factor have more calling activity on workdays rather than weekends. The second rhythm that describes most of the zones shows similar amount of calls made both on working days and weekends. It refers to the zones that are less connected with working activity and consist mainly of residential buildings. The third distinct factor describes temporal rhythms of only one zone, the Old town. The zone is characterized by increased calling activity on Thursday, Friday and Saturday nights, compared to the rest of the zones.

As a result of factor analysis two main periods were found – working days and weekend. Therefore the rest of the data was aggregated so that 24h rhythm of an average workday and 24h rhythm of an average weekend day for every zone was found. In order to assess the 24h period statistics were used that describe the night minimum, beginning of the morning, midday and the beginning, end and length of the active day.

Night minimum varies less on working days compared to weekends. In most of the zones morning starts earlier on weekdays than on weekends. Similarly, midday starts earlier on weekdays. The beginning of the active day is relatively similar on both periods whereas the end of the active day varies greatly between zones, influencing the length of an active day. Two most distinct zones were Lasnamäe industrial zone and Old town. In the Old town the

active day lasted from 10:20 am to 1:20 am, which shows active usage of the space during 15 hours. In the industrial zone the active day lasted from 9 am to 5 pm which indicates strong correlation with working hours. On weekends Old town is distinguished by its long active day as well. In zones related to „active working day“ rhythm the decrease of work-related rhythm and call activity was noticeable.

Since there is a strong 24h rhythm in time-usage, where people are more active in the daytime and less active at night, the majority of the zones behave quite similarly. In the current theses only few main patterns emerged that describe distinct time-usage of zones. In order to find more conclusive results, more research is needed.

8. Kasutatud kirjandus

Ahas, R., Aasa, A., Yuan, Y., Raubal, M., Smoreda, Z., Liu, Y., Ziemlicki, C., Tiru, M., Zook, M. (2015) Everyday space–time geographies: using mobile phone-based sensor data to monitor urban activity in Harbin, Paris, and Tallinn, *International Journal of Geographical Information Science*, 29:11, 2017–2039

Ahas, R., Aasa, A., Mark, Ü., Pae, T., Kull, A. (2007) Seasonal tourism spaces in Estonia: case study with mobile positioning data. *Tourism Management*, 28 (3), 898–910

Allen, J. (1999) „Words within cities.“ *Cyty Worlds* (Toim, Massey, D., Allen, J. ja Pile, S.). Routledge, London

Amin, A., Thrift, N. (2002) „Cities: Reimagin the urban.“ Polity Press, London

Batty M. (2000) "The new urban geography of the third dimension" *Environment and Planning B.. Planning and Design* 27 483- 484

Batty, M. (2010) *Env. Planning B: Planning Design* 37, 577

Batty, M., Axhausen, K. W., Gianotti, F., Pozdnoukhov, A., Bazzani, A., Wachowicz, M., Ouzounis, G., Portugali, Y. (2012) Smart cities of the future. *The European Physical Journal Special Topics*, 214, 481–518

Bromley, R., Tallon, A., Thomas, C. (2003) Disaggregating the space - time layers of city-centre activities and their users. *Environment And Planning A: Volume: 35 Issue: 10 Pages: 1831-1851*

Eesti infoühiskonna arengukava 2020, https://www.mkm.ee/sites/default/files/elfinder/article_files/eesti_infouhiskonna_arengukava.pdf Kasutatud: 28.04.2016

Hancke, G.P., De Carvalho E Silva, B., and Hancke Jr, G.P. (2013) The role of advanced sensing in smart cities. *Sensors*, 13, 393–425

Jaagus, J., Ahas, R. (2000) Space-time variations of climatic seasons and their correlation with the phenological development of nature in Estonia. *Climate Research*, 15 (3), 207–219

Järv, O., Ahas, R., Witlox, F. (2014) „Understanding monthly variability in human activity spaces: a twelve-month study using mobile phone call detail records.“ *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 38 (1), 122–135

Knox, P. L., Pinch, S. (2006) *Urban Social Geography: An Introduction*, fifth edition.

Lambiotte, R., et al. (2008) Geographical dispersal of mobile communication networks. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 387, 5317–5325.

Lin, T., Suna, C., Lia, X., Zhaoc, Q., Zhanga, G., Gea, R., Yea, H., Huange, N., Yinc, K., (2016) Spatial pattern of urban functional landscapes along an urban–rural gradient: A case study in Xiamen City, China. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, Volume 46, April 2016, Pages 22–30

Linnageograafia, Wikipedia, Urban geography.
https://en.wikipedia.org/wiki/Urban_geography Kasutatud: 28.04.2016

Silm, S., Ahas, R. (2010) The seasonal variability of population in Estonian municipalities. *Environment and Planning A*, 42 (10), 2527–2546.

Silm, S., Ahas, R. (2014) The temporal variation of ethnic segregation in a city: evidence from a mobile phone use dataset. *Social Science Research*, 47, 30–43.

Sobolevsky, S., Szell, M., Campari, R., Couronne, T., Smoreda, Z., Ratti, C. (2013) Delineating geographical regions with networks of human interactions in an extensive set of countries. *PLoS ONE*, 8 (12)

Tallinn arvudes (2014) Tallinn arvudes 2014, Tallinna Linnavalitsus
<http://www.tallinn.ee/eng/Statistical-Yearbook-of-Tallinn-2014> Kasutatud: 15.05.2016

Tooding, L.-M. (2014) Statistilise andmeanalüüsi meetodid – Faktoranalüüs, Sotsiaalse analüüsi ja metodoloogia õpibaas, Tartu Ülikool. <http://samm.ut.ee/regressioonanalyy>
Kasutatud: 28.04.2016

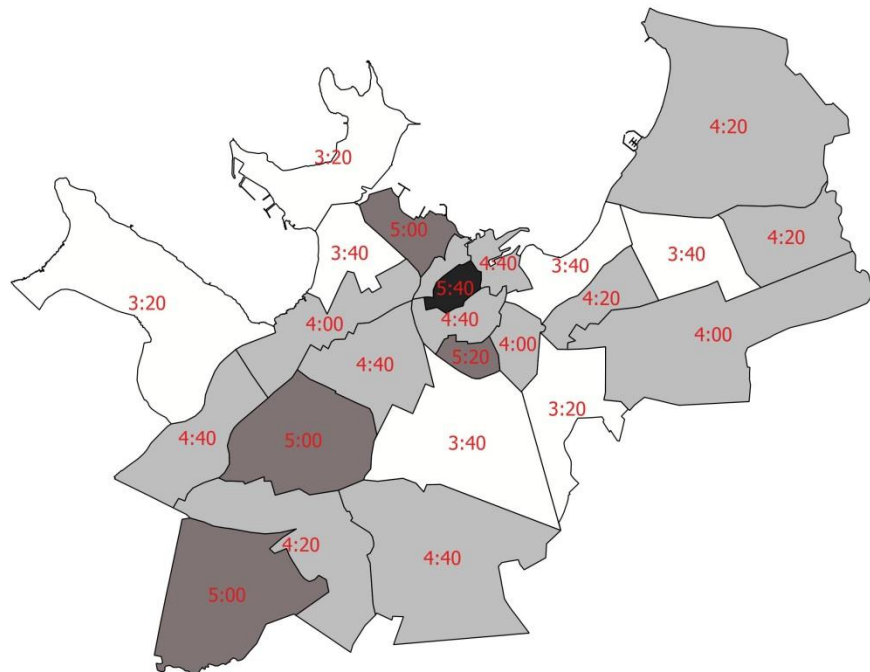
Urban settlements (1998) Urban settlements, Urban land use zones.
<http://www.oocities.org/ghsgeography/CE/11urban.htm> Kasutatud: 28.04.2016

Wyly, E. (2001) Quantitative Geographical Analysis, Background on Principal Components and Factor Analysis. http://ibis.geog.ubc.ca/~ewyly/teaching/606_pca.pdf Kasutatud: 20.05.2016

9. Lisad

Tallinna tööpäevad

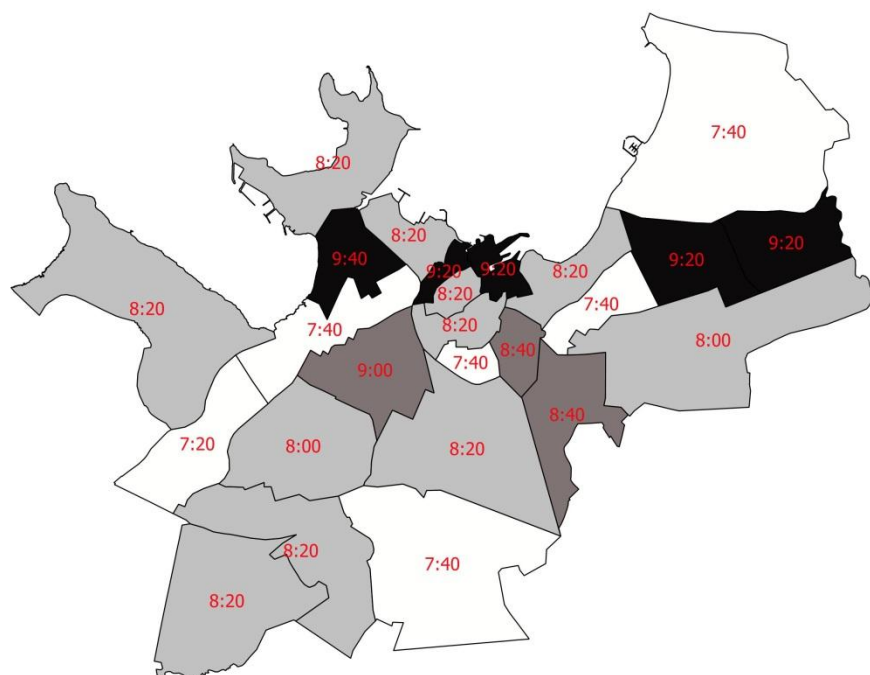
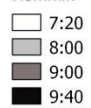
Öine miinimum



Lisa 1. Tallinna tööpäevade öine miinimum.

Tallinna tööpäevad

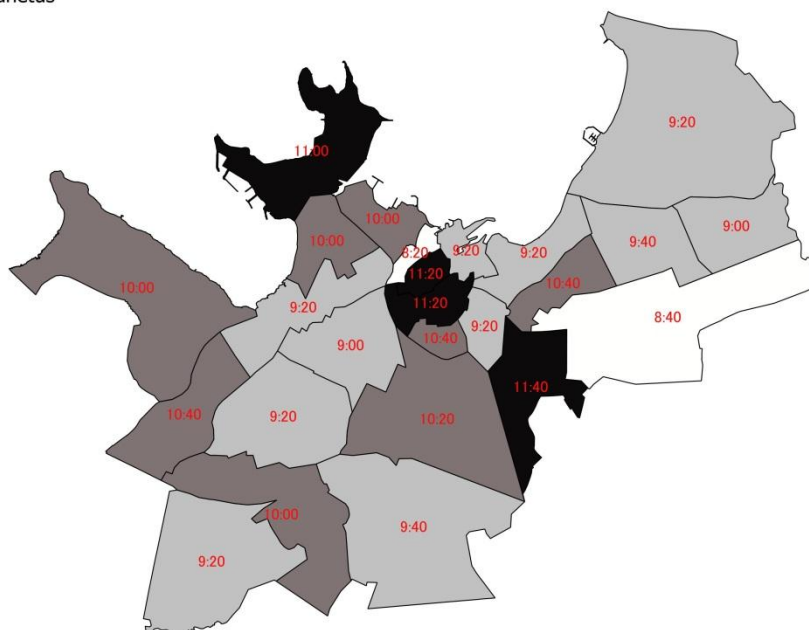
Hommik



Lisa 2. Tallinna tööpäevad, hommiku kellaaeg

Tallinna nädalavahetus

Hommik
8:20
9:00
10:00
11:00

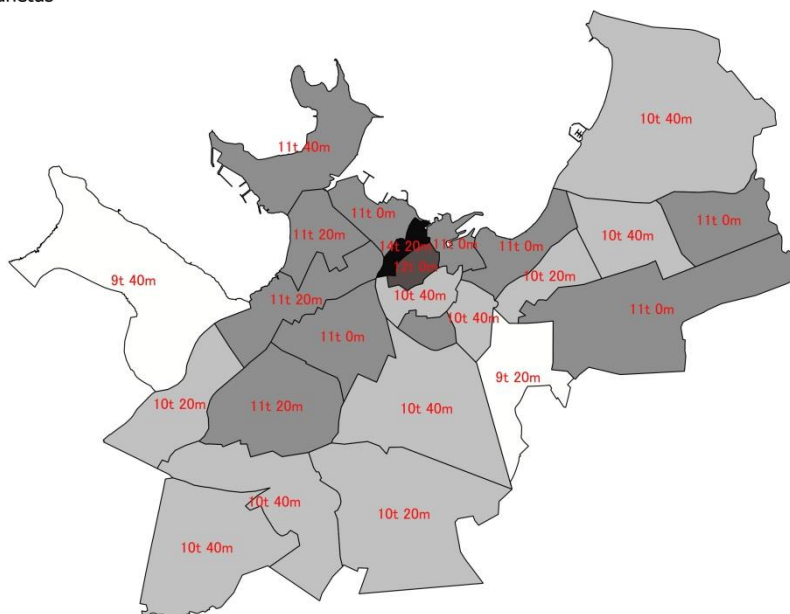


Lisa 3. Tallinna nädalavahetus, hommiku kellaaeg

Tallinna nädalavahetus

Aktiivse päeva pikkus

9t 20m
10t 20m
11t 20m
14t 20m



Lisa 4. Tallinna nädalavahetus, aktiivse päeva pikkus

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, _____ Erik Linde _____,

(autori nimi)

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

Tallinna ajakasutuse rütmid mobiilpositsioneerimise andmete
põhjal _____,

(lõputöö pealkiri)

mille juhendaja on _____ Rein Ahas ja Anto Aasa _____,

(juhendaja nimi)

1.1 reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2 üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus, **23.05.2016**